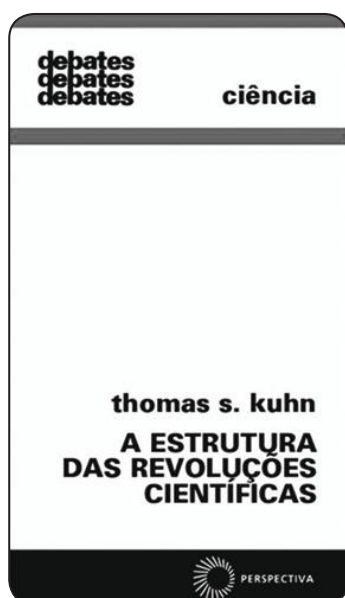
▪ Capítulo 5 ▪

Paradigmas e Tradições de pesquisa

Neste capítulo nos referiremos à importância da história da ciência para a filosofia da ciência. Analisaremos a prática das comunidades científicas destacando que elas implicam um consenso sobre ideias, valores e procedimentos que definem a prática científica normal. Veremos também que essa prática é interrompida em certas circunstâncias por revoluções que modificam a tradição de pesquisa, reorganizando os seus fundamentos.

5.1 A ciência na história

Capa de uma das edições do livro "A Estrutura das Revoluções Científicas", de autoria de Thomas Kuhn

O livro do norte-americano Thomas Kuhn (1922-1996), *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1962), tornou corriqueiras as expressões "paradigma" e "tradição científica" dentro da filosofia da ciência (bem como fora dela, em vista da enorme repercussão que aquele livro teve nas mais diversas áreas acadêmicas).

Para entender o que é um paradigma científico, vale a pena reconstruir brevemente a maneira como Kuhn, por própria confissão, chegou a essa noção. Kuhn era um físico que se dedicou a pesquisar a história da sua disciplina, o que o levou à conclusão de que a pesquisa histórica sugere uma noção de ciência bem diferente da que era sustentada naquela época pelos filósofos da ciência. Com efeito, seja qual fosse a sua posição teórica (empirismo lógico ou racionalismo crítico, as duas posições dominantes), **"ciência" significava algo temporalmente invariável**. Com outras palavras, o que se entende por ciência (ou melhor, por produzir ciência) teria sido sempre a mesma coisa, ainda que essa atividade tivesse progredido ao longo do tempo, sendo hoje melhor do que no passado. Essa visão atemporal da ciência era assumida também pelos manuais das diversas disciplinas e pelas obras de divulgação científica.

No entanto, Kuhn começou a suspeitar que isso não fosse verdadeiro a partir da sua própria prática como historiador. Kuhn relata que, ao estudar a noção de movimento na *Física* de Aristóteles, ficou espantado pelos aparentes erros em que Aristóteles

parecia incorrer, admirando-se de que um autor tão reverenciado durante séculos os pudesse ter cometido. Num determinado momento da sua leitura, todavia, Kuhn advertiu que para Aristóteles, "movimento" significava algo diferente do que para nós (e para a ciência dita moderna). Essa palavra não designava apenas o deslocamento, mas também as transformações quantitativas e qualitativas dos corpos, sendo assim um sinônimo de mudança. Kuhn advertiu também que, ao passar a reconhecer esses diversos significados de "movimento", o texto de Aristóteles não apenas fazia sentido como encerrava uma engenhosa teoria sobre a causa do movimento, em geral. O que Kuhn começava a descobrir era, na sua reflexão, que o que se entende por ciência depende em grande medida do contexto histórico, uma convicção que foi estimulada também pela leitura de certos historiadores da ciência que reconheciam aquela dependência.

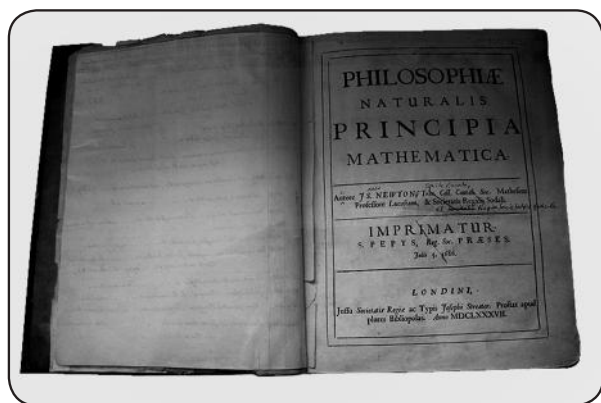
Essa perspectiva histórica tornava difícil continuar a entender a evolução histórica da ciência como um processo de desenvolvimento por mero acúmulo de descobertas realizadas por indivíduos particularmente talentosos, superando erros e crenças não científicas (vistas como "superstições"). Pela mesma razão, tornava-se difícil distinguir, de maneira absoluta, os elementos científicos e não científicos nos episódios da história da ciência. Esse novo olhar histórico fazia também com que fosse difícil, em muitos casos, estabelecer quem tinha sido o descobridor de tal ou qual fato ou lei. Em palavras de Kuhn:

> Quanto mais cuidadosamente estudam, digamos, a dinâmica aristotélica, a química flogística ou a termodinâmica calórica, tanto mais certos tornam-se [os historiadores] de que, como um todo, as concepções da natureza outrora correntes não eram nem menos científicas, nem menos o produto da idiossincrasia do que as atualmente em voga. Se essas crenças obsoletas [como a da existência do flogisto] devem ser chamadas de mitos, então mitos podem ser produzidos pelos mesmos tipos de métodos e mantidos pelas mesmas razões que hoje conduzem ao conhecimento científico. Se, por outro lado, elas devem ser chamadas de ciências, então a ciência inclui conjuntos de crenças totalmente incompatíveis com as que hoje mantemos. (Kuhn, 1978, p. 21).

Entre os historiadores que mais influenciaram seu trabalho, Kuhn cita Alexandre Koyré, Annelisse Meier e Helène Metzger. De resto, Kuhn menciona que suas ideias foram estimuladas por diversos tipos de investigadores: filósofos como W. V. O. Quine, psicólogos como J. Piaget e linguistas como B. L. Whorf.

Esse reconhecimento exigia dos historiadores o abandono da atitude consistente em enxergar o passado da ciência desde seu estado presente, tomado como parâmetro. A ciência de outras épocas não podia ser reduzida a uma etapa no caminho conducente à ciência atual, devendo ser entendida em seus próprios termos. Essa mudança de atitude parece encerrar um relativismo e ameaçar a noção de que a ciência progride. Veremos em seguida como Kuhn lidou com esses problemas.

5.2 Ciência "normal" e "paradigma"

Segundo Kuhn, a pesquisa histórica mostra que, para compreender a natureza da ciência, devemos focar, não os cientistas individualmente, mas as **comunidades** científicas. Elas são o verdadeiro sujeito da ciência, pois a ciência pratica-se na forma de disciplinas (astronomia, física etc.) cuja constituição histórica deriva de um **consenso** dos pesquisadores acerca da sua tarefa comum.

Os Principia de Newton são um caso típico de "paradigma", segundo Kuhn.

Por sua vez, **esse consenso provém da influência de alguma obra que serve de referência** (como a *Física* de Aristóteles, ou os *Principia* de Newton) por constituir, durante algum tempo, um *modelo* para a atividade científica. Essas obras têm duas características: resolvem de maneira convincente problemas importantes para os cientistas de uma determinada área, atraindo-os para a forma de pesquisa exemplificada pela obra-modelo, e deixam em aberto uma série de outros problemas que podem ser resolvidos conforme esse modelo. Assim é que se constitui uma prática do que Kuhn denomina "ciência normal".

Daqui por diante deverei referir-me às realizações que partilham dessas duas características como «paradigmas», um termo estreitamente relacionado com «ciência normal». Com a escolha do termo pretendo sugerir que alguns exemplos aceitos na prática científica real – exemplos que incluem, ao mesmo tempo, lei, teoria, aplicação e instrumentação

> – proporcionam modelos dos quais brotam as tradições coerentes e específicas de pesquisa científica. São essas tradições que o historiador descreve com rubricas como «Astronomia Ptolomaica» (ou «Copernicana»), «Dinâmica Aristotélica» (ou «Newtoniana»), «Óptica Corpuscular» (ou «Óptica Ondulatória»), e assim por diante. **O estudo dos paradigmas, muitos dos quais bem mais especializados do que os indicados acima, é o que prepara basicamente o estudante para ser membro da comunidade científica determinada na qual atuará mais tarde.** (Kuhn, 1978, p. 30, grifado meu)

A **formação científica** (notem a etimologia: "forma-ção", adoção de uma forma de pensar e trabalhar) **consiste na assimilação de um paradigma**. Esta última palavra tem, conforme o próprio Kuhn, dois sentidos aparentados. Por um lado, ela designa o conjunto de compromissos teóricos e práticos que os cientistas aceitam, ou seja, a base do seu consenso profissional. Por outro lado, "paradigma" designa uma maneira exemplar de trabalhar, um modelo (esse é o sentido etimológico de "paradigma") a ser seguido, embora não como mera cópia, segundo veremos.

O consenso profissional a que alude "paradigma" foi denominado posteriormente por Kuhn "matriz disciplinar", e envolve a teoria (ou teorias) consideradas como adequadas, o tipo de questões próprias da disciplina, o tipo de respostas que se espera para elas, os procedimentos e instrumentos confiáveis, os valores a serem respeitados (p.ex., adequação empírica, simplicidade etc.) e convicções sobre a maneira como o mundo está constituído. Este último elemento (chamado também por Kuhn de "partes metafísicas do paradigma") é de extrema importância. Acreditar que a Natureza está constituída por "elementos" (água, ar, terra e fogo) ou por átomos; supor que a Terra está imóvel no centro do Universo ou que ela gira em torno de uma estrela; supor que as espécies vivas são fixas ou que elas evoluem; etc. ***são pressuposições que diferenciam épocas e disciplinas científicas***. Um físico sabe quais problemas são próprios da física (ou ainda, da óptica), e quais não, seja porque pertencem a outra disciplina (p.ex., a química), seja porque "não são científicos". Ele sabe também o tipo de solução que deve encontrar para um problema ainda não resolvido. Como o cientista trabalha conforme um modelo, seu agir inclui sempre um "ver-como". Kuhn reconheceu influências da Psicologia da Forma

Kuhn refere-se sempre, exclusiva e expressamente, às ciências naturais. Nas ciências sociais não parece haver paradigmas consensuais a toda uma disciplina. Porém, se tomamos como exemplos posições ou correntes teórico-metodológicas (estruturalismo, marxismo, psicanálise etc.), podemos dizer que elementos tais como estruturas sociais ou linguísticas, processos inconscientes e lutas de classes são pressuposições análogas.

(Gestalt) em sua teoria, cuja tese central é: sempre percebemos algo-como (tal e tal coisa). Por exemplo, percebemos uma silhueta como uma pessoa, percebemos um objeto como um armário, etc.

O cientista deve ver a questão enfrentada em sua pesquisa como aquela(s) já resolvida(s) seguindo o paradigma. **Nisso consiste a função "exemplar" do paradigma**. E para resolvê-la, o cientista fundamenta-se na teoria que constitui o cerne do paradigma, ***serve-se dos procedimentos e instrumentos considerados adequados e confiáveis, e respeita os valores considerados pertinentes***.

É interessante notar, a esse respeito, que o telescópio não era considerado confiável pelos cientistas que seguiam o paradigma aristotélico (contra Galileu), e que este último paradigma entendia a adequação empírica de uma teoria (um valor que estas últimas devem possuir) como referente a aspectos qualitativos antes que quantitativos da experiência.

Um cientista que trabalha dentro de um paradigma pratica ciência "normal". Note, mais uma vez, a etimologia: ciência conforme normas, conforme padrões. É conveniente reparar em que a adoção de um paradigma como tal não é algo consciente e deliberado, mas em grande medida algo irrefletido. Quero dizer: os cientistas não pensam: "estou formando-me no paradigma da física", por exemplo. Não: eles pensam que estão se formando como físicos. O que eles aprendem na faculdade, tudo aquilo que os fará serem físicos (químicos etc.) é para eles sinônimo de "fazer ciência", ou "fazer física", de maneira absoluta. Se as práticas de épocas passadas foram diferentes, essa diferença é entendida em termos da imaturidade da disciplina com relação ao momento presente, não de uma ciência diferente. E os manuais que usam os estudantes contribuem grandemente para essa atitude, pois apresentam a correspondente disciplina precisamente desse modo.

O cientista "normal" é descrito por Kuhn, pitorescamente, como um "solucionador de quebra-cabeças" (puzzles em inglês). Com essa metáfora, Kuhn sublinha o caráter corriqueiro e conservador da pesquisa "normal".

Contrariamente à visão tradicional, os cientistas não são sujeitos constantemente críticos e descobridores de fenômenos inesperados. O cientista "normal" é um sujeito que, a princípio, confia no paradigma em que se formou, e que se aplica a resolver as questões em aberto conforme esse paradigma.

A comparação com os quebra-cabeças (sobretudo com aqueles que consistem em reconstituir uma imagem encaixando diversas peças) visa sublinhar que um problema "normal" de pesquisa se caracteriza por saber-se (antecipadamente) que tem uma solução (e de que tipo ela é), por ter de ser resolvido seguindo "regras" (um termo amplo, que abrange crenças, teoria, leis e instrumentos; em geral, "pontos de vista estabelecidos") e por constituir um desafio para o cientista: **"alcançar o antecipado de uma nova maneira"**. O cientista quer resolver o problema "como aquele outro problema x foi resolvido". As regras limitam a índole da solução aceitável e indicam os passos da pesquisa.

Segundo Kuhn, os problemas científicos rotineiros se parecem com quebra-cabeças.

> O empreendimento científico, no seu conjunto, revela a sua utilidade, de tempos em tempos, abre novos territórios, instaura ordem e testa crenças estabelecidas há muito tempo. Não obstante isso, o **indivíduo** empenhado num problema de pesquisa normal **quase nunca está fazendo qualquer dessas coisas**. Uma vez engajado em seu trabalho, sua motivação passa a ser bastante diversa. O que o incita ao trabalho é a convicção de que, se for suficientemente habilidoso, conseguirá solucionar um quebra-cabeça que ninguém até então resolveu, ou, pelo menos, não resolveu tão bem. (Kuhn, 1978, p. 61, grifado de Kuhn)

A última afirmação ajuda a compreender a reação típica, sempre segundo Kuhn, de um cientista que não consegue resolver um quebra-cabeça. Ele atribui o fracasso à sua falta de habilidade, e não a uma falha no modo habitual de pesquisar (paradigma). Um problema não resolvido fica à disposição de outros cientistas. Felizmente, todo paradigma (e, especialmente, a teoria que constitui seu cerne) é "uma promessa de sucesso", isto é, ele se impôs ao resolver alguns problemas cruciais para a constituição de uma disciplina (mas nem todos), e abre um horizonte de problemas-padrão cuja resolução sistemática constitui a ciência "normal". Esses problemas, de resto, se podem resumir no esforço para harmonizar a teoria com a Natureza, porém não no sentido de que a teoria adequar-se-ia à Natureza "em si mesma" (isso não existe na ciência). Pelo contrário, **a ciência normal pode ser vista como um esforço por fazer com que a Natureza esteja de acordo com as previsões da teoria**. Isso se aprecia em operações tais como a

busca de dados que confirmam a teoria, ou em esforços para estender os limites de aplicação da mesma (ou seja, de mostrar a sua fecundidade). Em todo caso, e isto é algo que merece ser frisado, o cientista "normal" é alguém que habita, por assim dizer, no mundo fornecido pelo paradigma vigente. O astrônomo antigo e medieval (cujas referências teóricas eram Ptolomeu e Aristóteles) vivia num mundo astronômico em que a Terra era o centro de um universo limitado, em que o Sol e os demais astros moviam-se em torno da Terra. Para o físico daquela época, o universo estava composto por corpos resultantes da mescla de quatro elementos (terra, água, ar e fogo), tendo por isso todo corpo seu "lugar natural" (os corpos mais pesados "buscavam" o centro da Terra; os mais leves "subiam"). O astrônomo e o físico modernos vivem num universo infinito, em que a Terra é um planeta girando em torno de uma estrela (o Sol), universo esse em que não há "elementos", mas átomos e partículas subatômicas, e onde não existem "lugares naturais". Retomaremos estas observações mais adiante.

Ainda com relação aos paradigmas, é necessário observar que eles são mais importantes do que as regras que os constituem, pois são os paradigmas os que dão sentido e utilidade às regras.

> Embora obviamente existam regras às quais todos os praticantes de uma especialidade científica aderem num determinado momento, essas regras não podem por si mesmas especificar tudo aquilo que a prática desses especialistas tem em comum. A ciência normal é uma atividade altamente determinada, mas não precisa ser inteiramente determinada (...) As regras, segundo minha sugestão, derivam de paradigmas, mas os paradigmas podem dirigir a pesquisa mesmo na ausência de regras (Kuhn, 1978, p. 66).

Uma boa maneira de compreender os paradigmas, neste aspecto, é compará-los com uma linguagem ou uma cultura (o próprio Kuhn o fez ocasionalmente). Os falantes de uma língua não precisam estar conscientes das regras da gramática para falar corretamente, e podem até inventar novos termos para experiências insólitas. Tampouco precisamos estar conscientes das normas da nossa cultura para nos comportarmos de acordo com ela ou para lidar com situações imprevistas. Assim como a linguagem, em seu conjunto, dá sentido às palavras, e a cultura, em seu conjunto, sus-

tenta as normas, crenças e valores que professamos, de igual modo o paradigma, enquanto vigente, é o que dá segurança ao cientista para além das regras específicas.

Por último, mas não o menos importante, a ciência normal é, pelas suas características, uma atividade acumuladora de conhecimentos. Trabalhando dentro dos limites de um paradigma, os cientistas aumentam o acervo do conhecimento considerado como bem estabelecido.

5.3 Anomalias, crises e revoluções científicas

A prática de resolução de quebra-cabeças dura um certo tempo, geralmente prolongado. Isso significa que, durante a vigência de um paradigma, os esforços para fazer com que a teoria seja confirmada pela observação da Natureza são bem sucedidos. Isso não significa, todavia, que os cientistas nunca tropecem com problemas que resistem as tentativas padronizadas de solução. Esses problemas são as **"anomalias"** (etimologicamente, algo anormal, que se afasta da norma). Trata-se de "fenômenos para os quais o paradigma não prepara o investigador", dificuldades para fazer com que a Natureza esteja de acordo com as previsões paradigmáticas. A anomalia é uma situação perturbadora porque, como vimos, a ciência normal é essencialmente conservadora. Em palavras de Kuhn: "A ciência normal não se propõe a descobrir novidades no terreno dos fatos ou da teoria; quando é bem sucedida, não as encontra" (ibid., p. 77).

Enfrentado a uma anomalia, o cientista normal tende a enxergá-la como um quebra-cabeça um pouco mais difícil do costumeiro. Caso não consiga resolvê-lo, o deixa para que outrem o faça. Felizmente, comenta Kuhn, a ciência normal está cheia de outros problemas-padrão para resolver.

No entanto, às vezes a anomalia torna-se perturbadora porque ameaça generalizações ou princípios básicos do paradigma, de

maneira que diversos cientistas "tropeçam" com ela e resulta cada vez mais difícil ignorá-la. Esse pode ser o início de um processo de **descoberta**.

Contrariamente à noção tradicional, alimentada pela etimologia da palavra (des-cobrir=trazer à luz, retirar o véu que encobre algo já existente), **as descobertas são processos que implicam uma mudança teórica**. Analisando em particular o caso da descoberta do oxigênio, atribuída oficialmente a Lavoisier, Kuhn mostra que o que este último sábio fez foi a culminação de etapas de um processo em que intervieram outros dois cientistas (Scheele e Priestley), e que implicou na substituição da teoria do flogisto por uma nova teoria, dentro da qual fazia sentido o novo gás identificado.

Também ocorre às vezes que as anomalias se multipliquem, tornando difícil a sua solução. **Quando esta situação se produz, o paradigma entra em uma etapa de insegurança**. Os cientistas, que até então trabalhavam confiantes, agora não estão certos acerca da maneira apropriada de pesquisar, sobretudo quando o paradigma fracassa de maneira constante em resolver quebra-cabeças que são típicos dele. O paradigma "se obscurece", descreve metaforicamente Kuhn, e as regras se "enfraquecem" e tornam-se vagas.

Na medida em que os cientistas começam a desconfiar do paradigma, instala-se um período de **crise** e de "ciência extraordinária" (literalmente, "extra-ordinária", não ordinária, não "normal") em que os cientistas se dividem entre aqueles que se esforçam por salvar o paradigma e os que começam a buscar uma alternativa ao mesmo, sentindo, em palavras de Kuhn, "que é chegada a hora de renovar os instrumentos".

No entanto, um paradigma não é fácil e rapidamente substituído, sobre tudo se um outro (candidato a) paradigma não está disponível. Isso ocorre não só pela força do hábito de parte dos cientistas, mas porque não há como praticar a ciência sem qualquer paradigma. **Daí que nem sempre uma crise conduza a uma mudança de paradigma**, podendo a crise terminar quando o pa-

radigma consegue, apesar de tudo, assimilar as anomalias (não sem algumas modificações nas regras). Em outros casos, todavia, a crise conduz a uma substituição de paradigma que Kuhn descreve da seguinte maneira:

> A transição de um paradigma em crise para um novo, do qual pode surgir uma nova tradição de ciência normal, está longe de ser um processo cumulativo, obtido através de uma [melhor] articulação do velho paradigma. É antes uma reconstrução da área de estudos a partir de novos princípios, reconstrução que altera algumas das generalizações teóricas mais elementares do paradigma, bem como muitos dos seus métodos e aplicações. Durante o período de transição haverá uma grande coincidência (embora nunca completa) entre os problemas que podem ser resolvidos pelo antigo paradigma e os que podem ser resolvidos pelo novo. Haverá igualmente uma diferença decisiva no tocante aos modos de solucionar os problemas. Completada a transição, os cientistas terão modificado a sua concepção da área de estudos, de seus métodos e de seus objetivos. (Kuhn, 1978, p. 116).

Quando ocorre uma tal substituição, dá-se uma revolução científica. Antes do livro de Kuhn, falava-se da revolução científica para designar o surgimento da ciência matemático-experimental moderna, considerada em diversos sentidos como uma superação dos modos de investigação da Natureza ensaiados na Antiguidade e na Idade Média. Kuhn sustenta que revoluções, em plural, houve e continua a haver em diversos campos da ciência, toda vez que os "compromissos básicos" de uma comunidade científica são substituídos por outros **parcialmente incompatíveis** com os anteriores. Traçando um insólito paralelo com as revoluções políticas, Kuhn afirma que também as revoluções científicas são processos que induzem mudanças não permitidas pelas instituições pré-existentes e que implicam na divisão de uma comunidade com relação a tais mudanças. Ambos são processos em que os recursos tradicionais, ortodoxos (seja de natureza política, seja de natureza científica) fracassam, e que "tal como a escolha entre duas instituições políticas em competição, a escolha entre paradigmas demonstra ser uma escolha entre modos incompatíveis de vida comunitária" (Kuhn, 1978, p. 127).

Por representarem "modos de vida incompatíveis", a discussão entre partidários de paradigmas rivais (um deles em crise, outro,

candidato a substituí-lo) não se reduz, nem poderia, a uma troca de provas e apelações a evidências empíricas. "Cada grupo – observa Kuhn – utiliza seu próprio paradigma para argumentar em favor desse mesmo paradigma" (ibid., p. 128). A discussão é, pois, em certa medida, circular, e o debate não inclui apenas recursos lógicos e observações da Natureza: entram também em jogo aqui "técnicas de argumentação persuasiva", ou seja, argumentos retóricos. Este aspecto da atividade científica, ou seja, a existência de uma retórica própria da ciência, é um assunto que vem sendo muito estudado nos últimos tempos.

Outra característica das revoluções científicas consiste em que, ao produzir-se a substituição de uma teoria por outra, a relação entre as duas não é puramente lógica. Sobretudo em casos como a substituição da física de Newton pela de Einstein, ***Kuhn argumentou que a primeira não podia ser considerada como incluída na segunda, que a superou***. Isso porque, se uma teoria revolucionária se impõe ao poder resolver problemas que a anterior não conseguia, "então a nova teoria bem sucedida deve, em algum ponto, permitir predições diferentes daquelas derivadas de sua predecessora. Essa diferença não poderia ocorrer se as duas teorias fossem logicamente compatíveis". (ibid., p. 131). A **suposta compatibilidade** deriva de que, uma vez operada a substituição, a teoria anterior é reinterpretada a partir da nova. Kuhn enfatiza (para muitos críticos, exageradamente) a incompatibilidade das teorias rivais caracterizando-a como um caso de **"incomensurabilidade"**: "a tradição de ciência normal que emerge de uma revolução científica é não somente incompatível, mas muitas vezes verdadeiramente incomensurável com aquela que a precedeu" (ibid., p. 138).

A inclusão da física newtoniana na física da relatividade é afirmada com base em que a física de Newton continua válida para processos que ocorrem a velocidades inferiores à da luz.

A "tese da incomensurabilidade" é, dentre as noções insólitas lançadas pela *Estrutura*, talvez a mais polêmica. Ela foi entendida inicialmente no sentido de que teorias rivais não podiam ser comparadas. Como Kuhn afirmava também que aquela incompatibilidade exigia uma sorte de "conversão" dos cientistas para poderem adotar a nova teoria e de "fé" por parte dos partidários desta última, os críticos atribuíram a Kuhn uma visão irracionalista da história da ciência.

No entanto, Kuhn explicou depois que a incomensurabilidade é parcial, dizendo respeito a algumas noções centrais das teorias (como "massa" nas físicas de Newton e Einstein, respectivamente), sem implicar que elas nada tivessem em comum nem pudessem ser comparadas (sobretudo no tocante a predições melhores de uma ou a outra).

Já a "fé" mencionada não deve ser entendida, explica Kuhn, no sentido de uma adesão mística a uma teoria. Devem existir, certamente, bons argumentos em favor de um novo paradigma. O que se quer indicar é que amiúde uma teoria revolucionária não tem à disposição propriamente provas em seu favor, exigindo uma dose de confiança (aparentemente) infundada de parte dos seus defensores. Afinal, um paradigma sempre é, inicialmente, uma "promessa de sucesso".

As observações anteriores culminam na tese kuhniana de que uma revolução implica uma mudança profunda da ciência correspondente, ou de uma área dentro dela (suponhamos, a óptica dentro da física), pois as revoluções podem ser setoriais. **Em todo caso, uma revolução implica uma mudança de visão do mundo por parte dos cientistas**.

> O historiador da ciência que examinar as pesquisas do passado a partir da perspectiva da historiografia contemporânea pode sentir-se tentado a proclamar que quando mudam os paradigmas, muda com eles o próprio mundo [científico]. Guiados por um novo paradigma, os cientistas adotam novos instrumentos e orientam seu olhar em novas direções. E o que é ainda mais importante: durante as revoluções, os cientistas vêem coisas novas e diferentes quando, empregando instrumentos familiares, olham para os mesmos pontos já examinados anteriormente. É como se a comunidade profissional tivesse sido transportada para um novo planeta, onde objetos familiares são vistos sob uma luz diferente e a eles se agregam objetos desconhecidos. Certamente, não ocorre nada semelhante: não há transplante geográfico; fora do laboratório os afazeres cotidianos em geral continuam como antes. Não obstante, as mudanças de paradigma real-

Kuhn oferece uma ilustração particularmente persuasiva desta ideia, comentando que um pêndulo era visto, da perspectiva aristotélica, como consistindo no movimento "de uma pedra oscilante", de um corpo que buscava seu lugar natural (o centro da Terra), sendo impedido pela corda. Na nova física de Galileu, o corpo "por pouco não conseguia repetir indefinidamente o mesmo movimento" (Kuhn, 1978, p. 154).

> mente levam os cientistas a ver o mundo definido por seus compromissos de pesquisa de uma maneira diferente. Na medida em que seu único acesso a esse mundo dá-se através do que vêem e fazem, podemos ser tentados a dizer que, após uma revolução, os cientistas reagem a um mundo diferente (ibid., pp. 145-146).

Esta famosa passagem do livro de Kuhn suscitou muita polêmica, compreensivelmente. Apesar do modo cauteloso de expressão ("é como se", "podemos ser tentados a dizer" etc), a passagem parece defender a tese de que o mundo muda com a mudança de paradigma. Essa impressão se vê reforçada pelas anteriores (sobre as limitações da argumentação lógica e das observações), e também pela insistência de Kuhn em que não existem dados empíricos aos que todo e qualquer cientista pudesse remeter-se, independente de um paradigma. Kuhn apela também à psicologia da Gestalt para descrever essa mudança de visão do mundo: ***os cientistas estruturam de modo diferente a sua percepção antes e depois de uma revolução***. O ponto que ele quer destacar é que em uma mudança de paradigmas, não há como apreciá-la por relação a uma "natureza fixa", prévia ou subjacente a todo paradigma. O único que o historiador pode detectar é que o "mundo" passou a ser "visto" de outro modo após uma revolução. De parte do cientista, ocorre uma nova maneira de perceber e denominar os fenômenos que constituem o mundo da sua disciplina. Porém, mais do que "interpretar de uma nova maneira" uma Natureza inicialmente "dada", tudo ocorre como se o cientista usasse "lentes inversoras", passando a enxergar oxigênio onde antes enxergava flogisto, ou notando que a Terra se move com relação ao Sol em vez do contrário. Além disso, Kuhn enfatiza o caráter "construtivo" das operações científicas afirmando que:

Kuhn também afirma que fenômenos que não correspondem a um dado paradigma amiúde nem são vistos.

> (...) tanto as leituras de um medidor como as impressões da retina são construções elaboradas às quais a experiência somente tem acesso direto quando o cientista, tendo em vista os objetivos especiais da sua investigação, providencia para que isso ocorra (ibid., p. 163)

A esse caráter construtivo deveremos voltar em outro capítulo. Isso por que em trabalhos posteriores, Kuhn destacou mais o papel da linguagem nos paradigmas, fazendo ver que, ao adotar uma teoria, um cientista aprende, simultaneamente, a diferenciar entidades do mundo e a denominá-las.

Sempre segundo Kuhn, **as revoluções, além de serem numerosas, passam despercebidas**, tornam-se "invisíveis". Isso ocorre por dois motivos. Por uma parte, as revoluções são tais apenas para o setor da ciência por elas afetado. Quando esse setor for restrito, o restante da disciplina (ou da ciência, em geral) não precisa acusar uma tal mudança. Porém, mais importante ainda é o fato de que, após uma revolução, os manuais são reescritos desde o ponto de vista da teoria vencedora, de tal modo que o passado da ciência parece tê-la antecipado constantemente. É essa visão da história que vimos, no início deste capítulo, ser criticada por Kuhn. É dessa manobra que resulta a impressão de ser a história da ciência puramente cumulativa. A rigor, a ciência é cumulativa apenas nos períodos "normais". As revoluções são interrupções desse acúmulo, reorganizações da pesquisa. E a evolução histórica da ciência abrange ambos os tipos de atividade.

A existência das revoluções assim concebidas tem consequências para a maneira de entender a evolução histórica da ciência. Na visão vulgar e ainda na visão tradicional da filosofia da ciência, o progresso da mesma considera-se como ponto pacífico. Esse progresso, traduzido na convicção de que hoje sabemos mais sobre o mundo do que nas épocas anteriores, costuma ser descrito como uma ***"aproximação cada vez maior da realidade" ou "da verdade"***. No entanto, se a teoria kuhniana estiver certa e conforme ele próprio alega, noções como verdade ou realidade não servem de parâmetros, isto é, pontos de referência absolutos, para estabelecer que a ciência progrida. Isso porque, como vimos, cada paradigma define, entre outras coisas e fundamentalmente, de que entidades está constituído o mundo. E ao sabor da substituição de paradigmas, entidades alguma vez consideradas reais (como o éter, o flogisto, o espaço absoluto etc.) deixam de serem tais, substituídas por outras novas, de início difíceis de aceitar (como o espaço-tempo, ou a dualidade onda-partícula a propósito da natureza da luz). A correspondente verdade das teorias e explicações muda também. **Por esse motivo, Kuhn propõe entender que a ciência progride, sim, mas em dois sentidos diversos**. Nos períodos de ciência normal, o progresso existe por definição, já que trata-se de lapsos durante os quais o saber se acumula. Ao longo da existência de um paradigma, os cientistas certamente vão sabendo "mais" a propó-

A noção filosófica de verdade aqui envolvida é a da verdade como adequação ou concordância das nossas ideias e o mundo.

O livro A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*, de I. Lakatos e A. Musgrave (1979), que recolhe as intervenções de filósofos e historiadores, incluído o próprio Kuhn, em um encontro dedicado a analisar a* Estrutura*, contem muitas das críticas mais importantes, bem como as respostas do autor.*

sito do mundo assim como ele é entendido nesse paradigma. Já se incluímos na história da ciência, como devemos, as constantes revoluções, o progresso científico em seu conjunto deve ser concebido, segundo Kuhn, não em termos de um ponto de chegada ou de um objetivo ideal, mas do avanço com relação ao passado. Ao substituir teorias e paradigmas, os cientistas resolvem mais problemas do que antigamente, fazem novas e melhores predições etc. Kuhn compara expressamente esta sua noção com a da evolução das espécies na teoria darwiniana. Essa evolução não tem uma meta pré-fixada e se compreende em função das características das espécies e do modo como as mesmas reagem aos desafios dos ambientes. Tampouco a ciência "tende" em direção a nada (verdade, realidade). Ela evolui *desde* condições anteriores, em cada caso, sendo difícil antecipar seu rumo futuro.

É Kuhn um relativista? No *Pósfácio* à segunda edição do seu livro (escrito em 1969), Kuhn esclarece que sua postura com relação a este assunto é relativista na medida em que faz do progresso algo relativo à mudança de paradigmas, mas que não consiste num "simples" relativismo. Hoje sabemos, certamente, mais do que no passado, porém isso não equivale a afirmar que nossas teorias sejam "mais verdadeiras" (embora os cientistas, quase inevitavelmente, as vejam como tais).

5.4 A fecundidade da doutrina kuhniana

A obra de Kuhn teve principalmente o mérito de chamar a atenção sobre os "paradigmas" e as correspondentes "tradições de pesquisa" como o âmbito em que se desenrola e tem sentido a atividade científica, um mérito que lhe foi reconhecido mesmo por críticos muito incisivos (como Mario Bunge). Várias noções epistemológicas lançadas por Kuhn, como as de "ciência normal", "incomensurabilidade entre teorias" e "mudança de mundo provocada por uma revolução", ***foram (e continuam sendo) muito questionadas***. No entanto, tudo se passa como se a obra de Kuhn tivesse aberto um campo de reflexão e pesquisa acerca da ciência

antes ignorado ou apenas entrevisto. Temas como o "desenvolvimento" de uma teoria (em vez de sua aceitação ou rejeição), a comparação de alternativas teóricas, a apreciação das teorias em função de valores (e não necessariamente de regras), isto é, em função dos cientistas julgarem a validade das teorias apelando para noções como "adequação empírica", ou "poder explicativo", que funcionam como **valores** (propriedades desejáveis, que uma teoria pode possuir em maior ou menor medida), e não como regras (ou seja, prescrições acerca de como agir). Esta é uma tese que Kuhn sustentou muito convincentemente no artigo "Objetividade, juízos de valor e escolha de teorias" (no livro *A Tensão Essencial*). A resolução de problemas como atividade central da/na ciência, tornaram-se habituais e até incontornáveis na filosofia da ciência.

A noção de "tradição de pesquisa", em particular, foi reformulada por outros autores, servindo de base a teorias sobre a ciência diferentes da kuhniana, mas que respondem, por assim dizer, a um mesmo espírito.

Imre Lakatos (1922-1974), discípulo de Popper e crítico da obra de Kuhn na medida em que esta última parece deslizar-se da filosofia para a psicologia, propôs uma denominada "metodologia dos programas de pesquisa científica" que ambiciona ser, ao mesmo tempo, fiel à experiência histórica e às exigências de reconstrução racional da ciência que caracterizou a filosofia da ciência tradicional.

Imre Lakatos

Em particular, Lakatos quis manter a noção popperiana de que as teorias são científicas na medida em que são criticadas, contra a visão kuhniana de que na ciência normal as teorias são sempre conservadas ou protegidas da crítica. Segundo Lakatos, as teorias passam por um processo de desenvolvimento, constituindo o que denominou "programa de pesquisa". Cada programa contém um "núcleo", um "cinturão protetor" e uma "heurística" (literalmente, "procedimento para buscar"). O núcleo está constituído pelas pressuposições básicas do programa, que se mantém (propositalmente) irrefutado, ao ser protegido pelas hipóteses auxiliares que formam o cinturão. Já a heurística é uma política de pesquisa que

No artigo "Falsificação e a metodologia dos programas de pesquisa científica", constante no livro já mencionado A crítica e o desenvolvimento do conhecimento, *Lakatos sugere como funciona seu modelo no caso da física de Newton.*

indica de que modo as implicações do núcleo ***podem ser deduzidas e aplicadas a circunstâncias reais***. A heurística é a que indica os problemas a serem resolvidos, as hipóteses convenientes e as técnicas a serem usadas (tudo o qual responde às funções do paradigma em Kuhn). Orientados pela heurística, o cientista, afirma Lakatos, pode ignorar as anomalias (refutações, em linguagem popperiana), enquanto o programa se mantiver vigoroso. E isso se aprecia na medida em que mudanças no cinturão protetor permitem predições novas, bem sucedidas. Quando isso ocorre e se mantém, o programa é considerado como "progressivo". Caso contrário (e sobretudo, se começar a explicar novos fatos com hipóteses *ad hoc* que não estavam previstas na heurística – eis um traço popperiano), o programa é "degenerativo". A ciência mantém-se crítica, conforme Lakatos, mediante a competição entre programas rivais, e a apreciação do seu desempenho é comparativa.

O principal livro de Laudan é Progress and its Problems (O progresso e seus problemas), *de 1977. As citações a seguir foram tomadas desse texto.*

Uma outra apropriação da teoria kuhniana encontramos em ***Larry Laudan***, filósofo norte-americano contemporâneo (1941-).

Laudan endossa a posição kuhniana no sentido de desvincular a ciência da "busca da verdade", enfatizando que ela consiste, essencialmente, **numa atividade de resolução de problemas de conhecimento** (a melhor estratégia de resolução desses problemas até então encontrada pelo ser humano). Essa atividade é mais importante, argumenta este autor, que "ampliar o conhecimento" ou "explicar fatos": "o primeiro e crucial teste de uma teoria – assevera – é fornecer respostas aceitáveis para perguntas interessantes".

Os problemas científicos podem ser classificados em empíricos (correspondentes aos objetos do domínio da teoria) e conceituais (dificuldades geradas pelas próprias teorias). Os problemas empíricos podem, por sua vez, ser classificados em não resolvidos (por nenhuma teoria), resolvidos (por alguma delas) e anômalos. Os problemas resolvidos contam a favor da correspondente teoria, e os anômalos contam como evidência contra uma teoria (quando outra os resolve). Os não resolvidos, enfim, indicam linhas de pesquisa futuras, e o progresso científico consiste, precisamente, na transformação dos problemas anômalos e não resolvidos em

resolvidos. Mas o tratamento dos problemas empíricos envolve diversos problemas conceituais.

Por isso, a finalidade da ciência não consiste apenas em aumentar o número de problemas empíricos resolvidos, mas simultaneamente em reduzir o número de problemas teóricos e de anomalias.

Laudan sustenta também, como Lakatos, que as teorias competem entre si, porém afina o instrumental de análise ao distinguir dois tipos de teorias. "Teoria" pode significar um conjunto específico de hipóteses que serve para explicar e predizer fenômenos – é neste sentido que são teorias a teoria do eletromagnetismo de Maxwell, a teoria do valor de Marx ou a teoria da deriva continental de Wegener. "Teoria" pode significar também o que Laudan descreve como "conjuntos de doutrinas ou suposições muito mais gerais e muito menos facilmente testáveis", como a teoria atômica, a teoria da evolução ou o marxismo. Este autor denomina "tradições de pesquisa" estas "famílias de teorias específicas", cada uma das quais inclui diversas teorias particulares. As tradições competem entre si, podem ser abandonadas e retomadas. Os cientistas, ao se ocuparem com uma teoria específica, estão geralmente trabalhando em uma tradição de pesquisa. Esta última é uma instância "fundamentalmente normativa e metafísica", fornecendo orientação ontológica e metodológica para as teorias particulares. À semelhança dos paradigmas de Kuhn, Laudan vê as tradições condicionando os tipos de problemas (empíricos e conceituais) a serem abordados, limitando o âmbito de aplicação das teorias, orientando a modificação das mesmas e justificando as suas pressuposições acerca do mundo. É interessante mencionar que a rica filosofia da ciência de Laudan, apesar de assimilar temas de Kuhn, critica várias das suas teses, como a da incomensurabilidade entre teorias, a da importância das (supostamente frequentes) revoluções e a da ciência e a da existência da ciência "normal". Segundo Laudan, a evidência histórica sugere que a discussão de problemas conceituais, por exemplo, nunca cessa na ciência, e que mais do que existir uma alternância de etapas normais e revolucionárias, dá-se uma coexistência perene de tradições em conflito.

Uma terceira teoria filosófica influenciada pelas noções kuhnianas de paradigma e tradição de pesquisa é a do filósofo australiano também contemporâneo Hugh Lacey. Para este autor, **a ciência é praticada sempre dentro de determinada "estratégia de pesquisa"**, que pré-determina o tipo de teoria a ser formulado e pré-seleciona o tipo de evidências que serão procuradas para testar a teoria.

O interesse de Lacey se concentra nas estratégias que se tornaram dominantes na ciência moderna, e que ele denomina genericamente "estratégias materialistas". Embora diferentes conforme as disciplinas e áreas de pesquisa, as estratégias materialistas têm em comum, segundo Lacey, abordar a Natureza pressupondo-a como constituída por entidades e processos subjacentes aos fenômenos, entidades e processos esses concebidos como sujeitos a leis matematicamente formuláveis.

As teorias formuladas conforme essas estratégias respondem a esse padrão e por isso privilegiam dados quantitativos e procedimentos experimentais como recursos de confirmação da sua validade. Sempre segundo Lacey, as estratégias materialistas respondem à importância concedida pela Modernidade aos valores relativos ao controle da Natureza (um assunto que retomaremos nos capítulos 6 e 7). A eficácia da ciência moderna enquanto produtora de tecnologia reforça a suposição de que as teorias (físicas, químicas, biológicas etc.) geradas a partir das estratégias materialistas representam o mundo "tal como ele é em si mesmo", independente do conhecimento e da ação humanos. No entanto (e como Kant advertiu há mais de duzentos anos), não faz sentido acreditar que qualquer forma de conhecimento corresponda à realidade tal como esta última é independente de nós a conhecermos. Isso, por definição, nunca o saberemos, pois na medida em que entramos numa relação de conhecimento, o que obtemos é, na melhor das hipóteses, ***uma visão da realidade tal como nos é acessível***. Por conseguinte, o que a ciência moderna bem sucedida nos fornece são aspectos ou dimensões da realidade correspondentes ao modo como a abordamos. **Trata-se da "realidade para nós"**. Notem que isto não significa que o conhecimento seja ilusório. Tudo indica

A biologia corrobora essa observação: os organismos captam apenas aqueles estímulos correspondentes aos seus órgãos sensoriais (e necessários à sua sobrevivência). Se tivéssemos outros órgãos sensoriais, o mundo seria para nós algo diferente.

que as explicações científicas são uma forma de acesso à realidade. Até podemos dizer que a ciência, quando bem sucedida, nos mostra a realidade "em si", desde que não pretendamos que isso implica "tal como ela é independente de nós". Contudo, a questão é ainda mais complicada porque, como já vimos, não há maneira de garantir que as teorias correspondam perfeitamente aos objetos do seu respectivo domínio (ou que sejam literalmente verificadas, como prefiramos dizer). As teorias estão "subdeterminadas" pelos fatos (o que significa que em princípio diversas teorias podem explicar os mesmos fatos). Isso faz com que Lacey **denuncie como abusiva a pretensão da ciência moderna**, praticada em forma de estratégias materialistas de pesquisa, de constituir **a** visão correta da realidade, **a** verdade sobre a mesma. As ***ciências modernas*** constituem uma forma de conhecimento, obviamente eficiente para seu propósito (controlar a Natureza), porém de maneira alguma a única ou a melhor forma de conhecimento (ou de ciência).

Lacey entende por ciência, em geral, a pesquisa empírica sistemática, que não precisa se limitar às "estratégias materialistas".

Leituras Recomendadas

A referência óbvia é o livro *A estrutura das revoluções científicas*, de Kuhn, complementada com os artigos de *A tensão essencial* e de *O caminho desde A Estrutura*. Exposições gerais acessíveis da teoria kuhniana encontram-se no livro de Kneller, *A ciência como atividade humana* (capítulo 3), no livro de Stegmuller, *A Filosofia Contemporânea* (volume II, capítulo V) e no meu livro *A crítica do positivismo e o futuro da filosofia* (capítulo IV). Meu artigo, "A dimensão retórica da racionalidade científica", contém um panorama da questão do uso da retórica na ciência. Outro artigo meu, "Inconmensurabilidad: problemas y fecundidad de uma metáfora", explora esse importante tema kuhniano. O pensamento de Lakatos está condensado no seu artigo "O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa", já citado. O livro de Kneller expõe as ideias de Lakatos de forma bem didática no seu capítulo 4. Para familiarizar-se com as ideias de Laudan, pode-se começar por meu artigo "A filosofia da ciência de Larry Laudan e a questão do Positivismo". As fontes principais são os livros de Laudan *Progress and its Problems* e *Science and values*. De Lacey, o principal livro em português é *Valores e atividade científica*.

Reflita sobre

- A relevância da História da Ciência para compreender a natureza da ciência.
- A noção de “ciência normal”.
- A noção de “paradigma”.
- As noções de “quebra-cabeça” científico e de “anomalia”.
- As noções de crise e de revolução científica.
- A noção de incomensurabilidade entre teorias.
- A questão do critério para estimar o progresso da ciência.
- A fecundidade das ideias de Kuhn.